

**KENDALI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN PID OPTIMAL
MENGUNAKAN BACTERIAL FORAGING PARTICLE
SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)**

SKRIPSI

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**



**Disusun oleh :
Ninggar Titan Sumitar
201710130311204**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

KENDALI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN PID OPTIMAL MENGUNAKAN BACTERIAL FORAGING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun oleh :

Ninggar Titan Sumitar

201710130311204

Tanggal Ujian : 28 Juni 2024

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T
NIDN: 0705056501

Ir. Diding Suhardi, M.T., IPM., ASEAN Eng
NIDN: 0706066501

LEMBAR PENGESAHAN

KENDALI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN PID OPTIMAL MENGUNAKAN BACTERIAL FORAGING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun oleh :

Ninggar Titan Sumitar
201710130311204

Tanggal Ujian : 28 Juni 2024

Periode Wisuda : Periode IV 2024

Disetujui oleh :

Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T.
NIDN: 0705056501

(Pembimbing I)

Ir. Diding Suhardi, M.T., IPM., ASEAN Eng
NIDN: 0706066501

(Pembimbing II)

Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D
NIDN: 0709117804

(Penguji I)

Khusnul Hidayat, S.T., M.T
NIDN: 0723108202

(Penguji II)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Khusnul Hidayat, S.T., M.T

NIDN: 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ninggar Titan Sumitar
Tempat Tanggal Lahir : Malang, 14 Juni 1999
NIM : 201710130311204
Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “Kendali Optimal Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan PID Optimal Menggunakan Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization (BF-PSO)” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan merupakan karya tulis orang lain baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Ninggar Titan Sumitar

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T
NIDN: 0705056501

Ir. Diding Suhardi, M.T., IPM., ASEAN Eng
NIDN: 0706066501

KENDALI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN PID OPTIMAL MENGGUNAKAN BACTERIAL FORAGING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)

Oleh : Ninggar Titan Sumitar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem tenaga listrik secara optimal. Metode penelitian ini bertujuan agar dapat menemukan jenis metode yang cocok untuk sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan menambah tegangan eksitasi pada generator dan menambah sistem kontrol algoritma PID untuk mengurangi undershoot dan overshoot pada suatu sistem dan juga algoritma Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization (BF-PSO) untuk mengoptimalkan. Model sistem tenaga listrik yang digunakan untuk menentukan parameter yang lebih stabil dan melakukan analisis stabilitas. Hasil dari metode PID dengan Algoritma Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization (BF-PSO) lebih baik atau lebih optimal yang dapat dilihat dari nilai overshoot paling rendah yaitu 1,14%, dan memiliki waktu paling cepat untuk mencapai keadaan stabil yaitu 5 detik. Selain itu pada metode BF-PSO juga memiliki presentase eror paling kecil yaitu 0,017% dibandingkan metode lain.

Kata Kunci

BFPSO; Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization; PID; PLTMH; Frekuensi; Sistem Kontrol

OPTIMAL CONTROL OF MICRO HYDRO POWER PLANTS (MHPP) WITH OPTIMAL PID USING BACTERIAL FORAGING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)

By : Ninggar Titan Sumitar

ABSTRACT

This research aims to optimally improve the efficiency and performance of the power system. This research method aims to find the type of method that is suitable for the Micro Hydro Power Plant (MHP) system by increasing the excitation voltage on the generator and adding the PID algorithm control system to reduce undershoot and overshoot in a system and also the Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization (BF-PSO) algorithm to optimize. The power system model used to determine more stable parameters and perform stability analysis. The results of the PID method with the Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization (BF-PSO) algorithm are better or more optimal which can be seen from the lowest overshoot value of 1.14%, and has the fastest time to reach a stable state of 5 seconds. In addition, the BF-PSO method also has the smallest percentage error of 0.017% compared to other methods.

Key Words

BFPSO; Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization; PID; MHPP; Frequency; Control System

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘alamiin. Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Dan tidak lupa Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“KENDALI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN PID OPTIMAL MENGGUNAKAN BACTERIAL FORAGING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BF-PSO)”

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat membuka wawasan luas mengenai energi terharukan sesuai dengan isi dari tugas akhir ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta keterbatasan wawasan dari penulis. Oleh karena itu penulis berharap saran yang membangun, agar menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan untuk kedepannya.

Demikian tugas akhir ini, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan membuka peluang serta wawasan di masa mendatang.

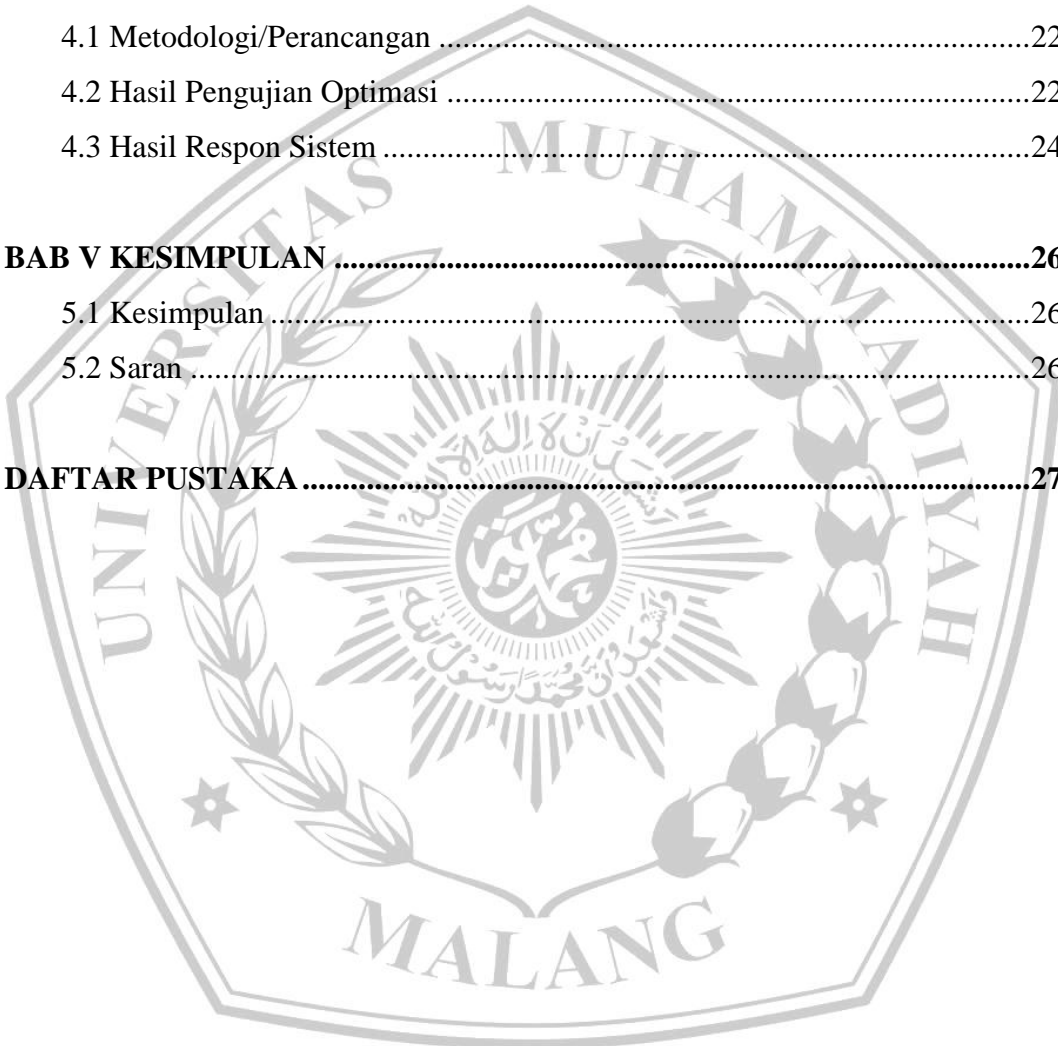
Malang, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

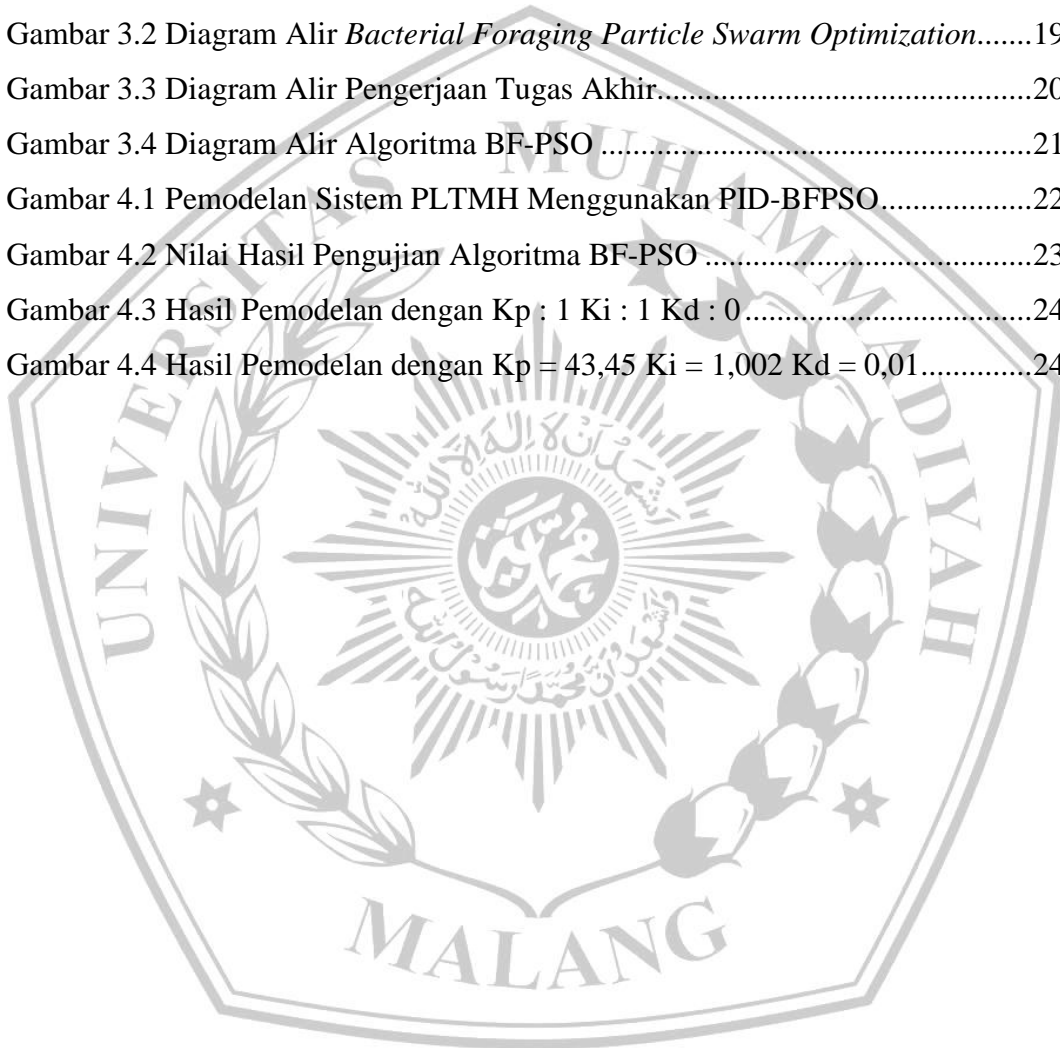
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Studi Terdahulu	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	7
2.4 Kestabilan Tegangan.....	8
2.5 Analisa Aliran Daya.....	9
2.6 Kendali PID (<i>Propotional-Integral-Derivative</i>)	10
2.7 <i>Bacterial Foraging</i> (BFO)	11
2.8 <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....	13
2.9 <i>Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization</i> (BF-PSO)	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	16
3.2 Pemodelan Kendali PID.....	17
3.3 Pemodelan <i>Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization</i> (BF-PSO).....	18
3.4 Diagram Alir	20
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	22
4.1 Metodologi/Perancangan	22
4.2 Hasil Pengujian Optimasi	22
4.3 Hasil Respon Sistem	24
BAB V KESIMPULAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2 Diagram Blok Kontroller <i>Proportional</i>	11
Gambar 2.3 Diagram Blok Kontroller <i>Integral</i>	11
Gambar 2.4 Diagram Blok Kontroller <i>Derivative</i>	11
Gambar 3.1 Pengaturan Frekuensi Pada Sistem PLTMH.....	16
Gambar 3.2 Diagram Alir <i>Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization</i>	19
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	20
Gambar 3.4 Diagram Alir Algoritma BF-PSO	21
Gambar 4.1 Pemodelan Sistem PLTMH Menggunakan PID-BFPSO.....	22
Gambar 4.2 Nilai Hasil Pengujian Algoritma BF-PSO	23
Gambar 4.3 Hasil Pemodelan dengan $K_p : 1$ $K_i : 1$ $K_d : 0$	24
Gambar 4.4 Hasil Pemodelan dengan $K_p = 43,45$ $K_i = 1,002$ $K_d = 0,01$	24



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	8
Tabel 2.2 Parameter <i>Bacterial Foraging</i> (BFO).....	12
Tabel 2.3 Parameter <i>Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization</i>	14
Tabel 3.1 Nilai Parameter PLTMH.....	17
Tabel 3.2 Parameter <i>Propotional-Integral-Derivative</i> (PID).....	18
Tabel 3.3 Nilai Parameter <i>Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization</i>	19
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kp Ki Kd Variasi.....	23



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. T. Industri, *DYNAMIC OPTIMAL CONSIDERING SPINNING RESERVE AND TRANSMISSION LINE CAPACITY USING BINARY PARTICLE SWARM* .
- [2] J. Wen, H. Ma, and X. Zhang, “Optimization of the occlusion strategy in visual tracking,” *Tsinghua Sci. Technol.*, vol. 21, no. 2, pp. 221–230, 2016, doi: 10.1109/TST.2016.7442504.
- [3] H. Yoshida, K. Kawata, Y. Fukuyama, S. Takayama, and Y. Nakanishi, “A Particle swarm optimization for reactive power and voltage control considering voltage security assessment,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 15, no. 4, pp. 1232–1239, 2000, doi: 10.1109/59.898095.
- [4] M. A. Abido, “Optimal design of power-system stabilizers using particle swarm optimization,” *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 17, no. 3, pp. 406–413, 2002, doi: 10.1109/TEC.2002.801992.
- [5] J. J. Jiménez-Núñez and J. R. Cedeño-Maldonado, “A Particle Swarm Optimization approach for reactive power dispatch,” *Proc. 37th Annu. North Am. Power Symp. 2005*, vol. 2005, no. 2, pp. 198–205, 2005, doi: 10.1109/NAPS.2005.1560524.
- [6] E. A. Ebrahim and M. Azzam, “Design of PID Controller for Power System Stabilization Using Hybrid Particle Swarm-Bacteria Foraging Optimization,” vol. 8, no. 1, pp. 12–23, 2013.
- [7] S. Sistem, T. Listrik, T. Fasa, U. Pendidikan, and D. A. N. Pelatihan, “Simulator Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa Double Feeders Untuk Pendidikan Dan Pelatihan,” *Edu Elektr. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 32–32, 2017.
- [8] S. Suropto, “Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik,” *Univ. Muhammadiyah Yogyakarta*, pp. 1–59, 2016.
- [9] Maryantho Masarrang, Erni Yudaningtyas, and Agus Naba, “Peramalan Beban Jangka Panjang Sistem Kelistrikan Kota Palu Menggunakan Metode Logika Fuzzy,” *J. EECCIS*, vol. 9, no. 6, pp. 14–18, 2015.

- [10] F. Teknik Universitas Pawyatan Daha Kediri ABSTRAK, “PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) Agus Subandono,” *ADITYA - Pendidik. Bhs. dan Sastra Jawa*, vol. 10, no. 4, pp. 1–13, 2013.
- [11] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, S. Rafidah, and A. Rahim, “Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap,” vol. 3, no. 1, 2020.
- [12] D. N. Fitriyanah and I. Abadi, “Design of Bacterial Foraging Interval Fuzzy Logic Controller on Hybrid Solar Tracker- Ocean Wave Energy Converter,” vol. 7, no. 2, pp. 36–40, 2021.
- [13] T. Siswanto, D. Hendra Kusuma, and A. Raikhani, “Desain Optimal Load Frequency Control (Lfc) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (Pso),” *Pros. SENTIA – Politek. Negeri Malang*, vol. 6, pp. 35–39, 2016.
- [14] T. Siswanto, D. H. Kusuma, and A. Raikhani, “Desain Optimal Load Frequency Control (Lfc) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (Pso) B-35 B-36,” *Pros. SENTIA 2016 – Politek. Negeri Malang*, vol. 8, pp. 35–39, 2016.
- [15] M. Arindra, R. S. Wibowo, and D. C. Riawan, “Unit Commitment Pada Sistem Pembangkitan Tenaga Angin Untuk Mengurangi Emis Menggunakan Particle Swarm Optimization,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16122.
- [16] W. M. Korani, “Bacterial Foraging Oriented by Particle Swarm Optimization Strategy for PID Tuning,” no. September, 2021, doi: 10.1145/1388969.1388980.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Ninggar Titan Sumitar
NIM : 201710130311204
Judul TA : Kendali Optimal Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan
PID Optimal Menggunakan Bacterial Foraging Particle Swarm Optimization
(BF-PSO)

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	9%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	10%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	9%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	7%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	12%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T)

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Diding Suhardi, M.T., IPM., ASEAN Eng)